ICS 29.080.99
CCS K 49

T/CS

团 体 标 准

T/CS 717—2026

避雷器数字化状态诊断规程

Code of practice for digital condition diagnosis of surge arresters

2026 - 10 - 10 发布 2026 - 10 - 10 实施

中国商品学会 发 布

目　　次

前言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 总则 2
5 诊断系统要求 2
6 诊断参数与判据 2
7 诊断方法 4
8 诊断流程 5
9 诊断结果处理 5

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中安达电气科技股份有限公司提出。

本文件由中国商品学会归口。

本文件起草单位：中安达电气科技股份有限公司、合保电气(芜湖)有限公司、河北北威保互电气设备有限公司、登高电气有限公司、萍乡华创电气有限公司、登高电气有限公司、辽宁智网时代科技有限公司、辽宁华隆电力科技股份有限公司、辽宁宇光输变电有限公司、苏州九维电气制造有限公司、河北百思特电气有限公司、保定市华开电气科技有限公司、江西省星海电瓷制造有限公司、浙江东高电气有限公司。

本文件主要起草人：黄仁安、杜少兵、贾岩岩、王松、游佳昕、蒋伟、袁玉静、由仁宽、杜玉庆、胡富森、唐宗、孙敬华、刘宇、陈若谷。

避雷器数字化状态诊断规程

1 范围

本文件规定了金属氧化物避雷器数字化状态诊断的总则、诊断系统要求、诊断参数与判据、诊断方法、诊断流程及诊断结果处理。

本文件适用于交流系统用无间隙金属氧化物避雷器（以下简称“避雷器”）的数字化状态诊断。直流系统用避雷器可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 11032 交流无间隙金属氧化物避雷器

DL/T 474.5 现场绝缘试验实施导则 第5部分：避雷器试验

DL/T 1498.3 变电设备在线监测装置技术规范 第3部分：电容型设备及金属氧化物避雷器绝缘在线监测装置

DL/T 1703 金属氧化物避雷器状态评价导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数字化状态诊断 digital condition diagnosis

基于在线监测数据、带电检测数据及历史数据，通过数字化分析手段对避雷器运行状态进行综合评估和诊断的过程。

3.2

全电流 total Current

在运行电压下流过避雷器总泄漏电流的方均根值。

3.3

阻性电流 resistive current

在运行电压下流过避雷器泄漏电流中的阻性分量。

3.4

阻性电流基波 fundamental harmonic of resistive current

阻性电流中的基波分量。

3.5

直流参考电压 DC reference voltage

在避雷器两端施加直流电压，当流过避雷器的直流电流等于某一约定参考电流时测得的电压值。

4 总则

4.1 避雷器数字化状态诊断应遵循以下原则：

a）以数据为依据，综合运用在线监测数据、例行检测数据和历史数据进行状态判断；
b）诊断结论应能反映避雷器的绝缘性能、阀片老化程度和受潮状况；
c）诊断方法不应影响避雷器的正常运行和安全性能。

4.2 避雷器数字化状态诊断应覆盖以下周期：

a）安装投运后1个月内完成首次诊断并建立初始状态档案；
b）正常运行状态下，每6个月进行一次常规诊断；
c）遭遇雷击或系统操作过电压事件后72 h内应进行专项诊断；
d）诊断参数出现趋势性异常变化时，应缩短诊断周期至1个月。

5 诊断系统要求

5.1 数据采集

5.1.1 诊断系统应具备以下数据采集能力：
a） 避雷器全电流：全电流测量误差应满足±（读数×2%+5μA），符合DL/T 1498.3的规定；
b）阻性电流分量：应能通过数字信号处理算法从全电流中分离阻性电流，阻性电流基波测量误差应满足±（读数×5%+2μA）；
c）避雷器动作次数及动作时间；
d）系统电压信号：用于相位参考和阻性电流计算。

5.1.2 数据采样频率应不低于每周波 256 点。

5.2 数据传输与存储

5.2.1 数据传输应采用有线或无线方式，应符合网络安全和通信规约要求。

5.2.2 诊断数据存储应满足以下要求：
a）原始采样数据保存周期不少于3个月；
b）诊断结果及特征参数保存周期不少于10年；
c）数据存储应具备防篡改机制和备份措施。

5.3 诊断环境条件

5.3.1 诊断系统及其传感器应在以下环境条件下正常工作：
a）环境温度：-40℃～+70℃（传感器/装置产品技术文件规定高于此范围时，按产品文件执行）；
b）相对湿度：0%～100%（无凝露）；
c）大气压力：80kPa～110kPa。

6 诊断参数与判据

6.1 全电流

6.1.1 全电流初始值应以避雷器投运后 30 天内稳定运行状态下的测量值为基准。

6.1.2 全电流状态判断应符合以下规定：

a）全电流测量值不超过初始值的1.2倍时，判定为正常状态；
b）全电流测量值为初始值的1.2倍～1.5倍时，判定为注意状态，应缩短监测周期至1个月；
c）全电流测量值超过初始值的1.5倍时，判定为异常状态，应立即进行阻性电流专项检测。

6.1.3 全电流绝对值参考阈值应按避雷器电压等级参照表 1 执行。

表 1 全电流绝对值参考阈值

避雷器电压等级	全电流参考阈值（μA）
35kV及以下	≤350
66kV～110kV	≤400
220kV	≤500
500kV及以上	≤600

6.2 阻性电流

6.2.1 阻性电流正常值应不超过全电流的 25%。

6.2.2 阻性电流状态判断应符合以下规定：
a）阻性电流占全电流比例不超过25%时，判定为正常状态；
b）阻性电流占全电流比例为25%～40%时，判定为注意状态，应分析变化趋势，关注环境因素影响；
c）阻性电流占全电流比例超过40%时，判定为异常状态，应安排停电检测。

6.2.3 阻性电流实测值较投运初始值增大 1.5 倍，应判定至少为注意状态；增大至 2 倍及以上应判定异常状态，结合占比综合判断。。

6.3 直流参考电压及泄漏电流

6.3.1 直流参考电压（U1mA）测量应符合 GB/T 11032 的规定。

6.3.2 直流参考电压状态判断应符合以下规定：
a）U1mA实测值与初始值比较，偏差在±5%以内时判定为正常；
b）U1mA实测值与初始值比较，偏差超过±5%时判定为注意状态，应分析原因；
c）U1mA实测值低于GB/T 11032规定值的95%时判定为异常状态。

6.3.3 0.75 倍 U1mA 下的泄漏电流应符合以下规定：
a）泄漏电流不大于50μA时判定为正常；
b）泄漏电流大于50μA且不大于100μA时判定为注意状态；
c）泄漏电流大于100μA时判定为异常状态。

6.4 绝缘电阻

6.4.1 停电状态下避雷器绝缘电阻测量应符合 DL/T 474.5 的规定。

6.4.2 绝缘电阻状态判断应符合以下规定：
a）35kV以上电压等级，绝缘电阻不小于2500MΩ；
b）35kV及以下电压等级，绝缘电阻不小于1000MΩ；
c）实测值低于上述限值的70%时判定为注意状态；
d）实测值低于上述限值的50%时判定为异常状态。

6.4.3 基座绝缘电阻不应低于 5MΩ。

6.5 动作计数

6.5.1 放电计数器动作应可靠，动作次数记录应完整。

6.5.2　同一诊断周期内动作次数突增超过历史平均值的 2 倍时，应触发告警。

7　诊断方法

7.1　在线监测诊断法

7.1.1　应通过在线监测装置连续采集避雷器的全电流、阻性电流及动作次数等参数。

7.1.2　在线监测装置的技术要求应符合 DL/T 1498.3 的规定。

7.1.3　在线监测数据应进行趋势分析。采用线性回归或移动平均法判断参数的变化速率，当连续 3 次采样值呈单调递增趋势且增幅超过初始值的 10%时，应发出预警信号。

7.1.4　对三相避雷器应进行横向比较。任一相全电流或阻性电流偏离三相平均值的偏差超过 30%时，应判定为异常，应进一步分析该相避雷器状态。

7.1.5　在线监测数据受环境温度、湿度影响时，应进行温度校正。校正系数变化不超过 5%的原则进行修正，或按实际设备特性确认。

7.2　带电检测诊断法

7.2.1　谐波电流向量反演法基于避雷器非线性电阻特性，通过提取泄漏电流中的三次谐波分量反演基波电压相位，实现阻性电流的分离测量。本方法适用于系统电压谐波畸变较小的工况；当系统电压总谐波畸变率大于 5%，或现场电磁干扰严重时，不宜单独采用本方法，应优先采用有电压参考的阻性电流测量方式。检测应按以下步骤执行：

a）信号采集：在避雷器低压端安装高精度电流互感器（CT）或泄漏电流传感器，采集避雷器全泄漏电流信号。传感器采样精度应不低于 1%，采样频率不低于每周波 256 点。

b）全电流信号提取：通过带通滤波器从采集信号中提取全泄漏电流基波分量 I1X 及三次谐波分量 I3X。信号提取过程中应采取抗干扰措施，滤除现场电磁干扰信号。

c）三次谐波相位检测：利用高阶统计量信号分离算法，从全电流中精准提取每周期 3 个三次谐波分量，获取三次谐波电流的相位角Ψ3。

d）基波电压相位反演：根据三次谐波电流相位与基波电压相位之间的对应关系，通过计算确定基波电压相位Ψ。理论上，三次谐波的过零点与基波过零点存在相位对齐关系，结合阻性电流与全电流相位差接近 90° 的特性，可确定唯一的基波电压相位正确结果。

e）阻性电流计算：根据反演得到的基波电压相位，对全泄漏电流信号进行傅里叶分解，得到容性电流分量 IC，再按式（1）计算阻性电流 I_R：

$$I_R = I_X - I_C \tag{1}$$

式中：

I_X——全泄漏电流；

I_C——容性电流；

I_R——阻性电流。

f）检测结果判定将计算得到的阻性电流实测值按本文件第 6.2 条规定的判据进行状态判断。红外热像检测应符合以下要求：

1）应在负荷高峰期进行检测；

2）避雷器表面温度差超过1.5 K/m时判定为注意状态；

3）局部温升超过环境温度5℃时判定为异常状态。

g）结果复核：采用本方法得到的阻性电流结果，宜与三相横向比较、红外热像结果做交叉验证。

7.3　停电检测诊断法

7.3.1 停电状态下应进行以下检测：

a) 绝缘电阻测量，按照DL/T 474.5执行；

b) 直流参考电压及0.75倍U1mA下泄漏电流测量，按照GB/T 11032执行；

c) 工频参考电压和持续电流测量（必要时），按照GB/T 11032执行。

7.3.2 停电检测结果应与历史数据及初始值进行比较，按第 6 章规定的判据进行状态判断。

8 诊断流程

8.1 诊断启动

8.1.1 诊断启动条件包括：

a) 规定的常规诊断周期到期；

b) 在线监测数据触发预警阈值；

c) 发生雷击或操作过电压事件；

d) 避雷器运行环境发生重大变化（如严重污秽、暴雨等）；

e) 收到状态诊断指令。

8.2 数据收集与预处理

8.2.1 数据收集应包括：

a) 在线监测数据（全电流、阻性电流、动作次数、动作时间）；

b) 历史诊断数据及状态评价记录；

c) 带电检测报告（如适用）；

d) 停电检测报告（如适用）；

e) 运行环境数据（温度、湿度、污秽等级等）；

f) 避雷器基本信息（型号、出厂日期、投运日期、初始试验数据）。

8.2.2 数据预处理应包括：

a) 剔除因传感器故障、通信中断等原因产生的异常数据；

b) 对缺失数据进行标记，缺失率超过30%的数据不参与诊断；

c) 对受环境因素影响的参数进行校正。

8.3 诊断评估

避雷器状态综合诊断应符合 DL/T 1703 的规定。

8.4 诊断报告

8.4.1 每次诊断应出具正式诊断报告，内容包括：

a) 避雷器基本信息及诊断周期；

b) 各项诊断参数的测量值、初始值及判据对比；

c) 状态诊断结论（正常、注意、异常、严重）；

d) 诊断依据及分析说明；

e) 处理建议及后续监控措施。

8.4.2 诊断报告应在诊断完成后 10 个工作日内归档。

9 诊断结果处理

9.1 正常状态

判定为正常状态的避雷器，应按照常规诊断周期继续监测并记录数据。

9.2 注意状态

9.2.1 判定为注意状态的避雷器，应采取以下措施：

a) 将诊断周期缩短至1个月；

b) 在下次停电检修时安排停电检测；

c) 对监测数据进行趋势分析，评估状态演变速度。

9.2.2 连续两次诊断仍为注意状态，且关键参数持续劣化的，应升级为异常状态处理。

9.3 异常状态

9.3.1 判定为异常状态的避雷器，应采取以下措施：

a) 立即安排停电检测，确认异常原因；

b) 对同批次、同型号避雷器进行普查；

c) 依据DL/T 1703的规定进行状态评价。

9.3.2 停电检测后确认避雷器存在缺陷的，应结合电网运行重要性安排更换或修复。

9.4 严重状态

9.4.1 判定为严重状态的避雷器，应立即退出运行，并按 DL/T 1703 的规定进行状态评价和故障分析。

9.4.2 退出运行后应进行解体检查，分析故障原因并形成故障分析报告。